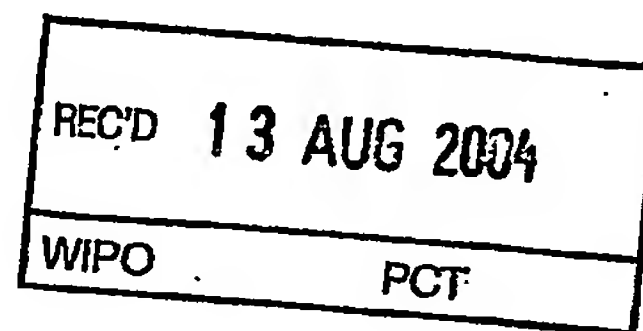


PCT/DE 2004 / 001 301

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 36 327.0

Anmeldetag: 7. August 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Injektor für Kraftstoff-Einspritzsysteme von
Brennkraftmaschinen, insbesondere von
direkteinspritzenden Dieselmotoren

IPC: F 02 M 45/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

ROBERT BOSCH GmbH, 70442 Stuttgart

5

INJEKTOR FÜR KRAFTSTOFF-EINSPRITZSYSTEME VON
BRENNKRAFTMASCHINEN, INSBESONDERE VON
DIREKTEINSPRITZENDEN DIESELMOTOREN

10

Stand der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf einen Injektor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Ein Injektor der vorbezeichneten Art ist Gegenstand der (nicht vorveröffentlichten) DE ... (R.305 558). Vorteile dieses bekannten Injektors liegen in seinem vglw. unkomplizierten Aufbau (wenig Einzelteile) und in der direkten Steuerung der Düsennadel durch den Piezoaktor. Die Geschwindigkeit der Düsennadelbewegung kann über den Spannungsverlauf des Piezoaktors eingestellt werden. Außerdem zeichnet sich der bekannte Injektor dadurch aus, dass er ohne einen Kraftstoff-Rücklauf auskommt.

20

Vorteile der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, mit vglw. einfachen Mitteln eine Möglichkeit zur stufenweisen Ansteuerung und Betätigung des Düsenaustritts zu schaffen.

30

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einem Injektor der eingangs bezeichneten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Grundgedankens der Erfindung enthalten
5 die Patentansprüche 2 - 9.

Durch die Erfindung wird es vorteilhafterweise möglich, den Düsenaustritt
stufenweise zu betätigen, indem man die beiden Düsennadeln - durch
entsprechende Spannungsbeaufschlagung des Piezoaktors - nacheinander
10 ansteuert. Das erfindungsgemäße System hat außerdem den Vorteil, ohne
Rücklauf auszukommen.

Zeichnung

15 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das
im Folgenden detailliert beschrieben wird. Es zeigt (jeweils schematisch):

Fig. 1 eine Ausführungsform eines direktgesteuerten Common-
Rail-Injektors mit Piezoaktor, im vertikalen Längsschnitt,

20 Fig. 2 einen unteren Teilbereich des Injektors nach Fig. 1, in
gegenüber Fig. 1 vergrößerter Darstellung, und

Fig. 3 - in Diagrammdarstellung - die vom Piezoaktor auf den Über-
setzerkolben aufgebrachte Kraft, aufgetragen über dem Hub
des Piezoaktors.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

30 In Fig. 1 und 2 bezeichnet 10 einen zylindrischen Injektorkörper mit einer
durchgehenden, auf dem überwiegenden Teil ihrer Längserstreckung
zylindrischen Ausnehmung 11. An ihrem oberen Ende besitzt die
Ausnehmung 11 zunächst einen sich konisch verjüngenden Abschnitt 12,

5 der in einen rechtwinklig abgebogenen, schließlich nach außen mündenden Abschnitt 13, 14 übergeht. In dem mit 15 bezifferten zylindrischen Abschnitt der Ausnehmung 11 ist ein ebenfalls zylindrischer Piezoaktor 16 vergleichsweise großer Längserstreckung angeordnet, dessen Durchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Ausnehmungsabschnitts 15.

10 Hierdurch ergibt sich zwischen der Außenwand des Piezoaktors 16 und der Innenwandung des Injektorkörpers 10 ein Ringraum 17. Zur hierzu erforderlichen Zentrierung des Piezoaktors 16 innerhalb des Injektorkörpers 10 dient zum einen der konische Abschnitt 12 der axialen Ausnehmung 11. Zum anderen können bei Bedarf in dem Ringraum 17 in bestimmten axialen Abständen voneinander fluiddurchlässige Distanzscheiben vorgesehen sein (nicht gezeigt).

15

Der obere, abgewinkelte Abschnitt 13, 14 der Ausnehmung 11 fungiert als Kabeldurchführung für die Stromversorgung des Piezoaktors 16.

20 Am oberen Ende des Injektorkörpers 10 ist eine Kraftstoffzuführung 18, z.B. Hochdruckanschluss eines Common-Rail-Systems, vorgesehen, die über einen Druckkanal 19 mit dem Ringraum 17 in hydraulischer Verbindung steht.

An das untere Ende des Injektorkörpers 10 und coaxial zu diesem schließt sich ein Düsenkörper 20 an, der eine erste Düsennadel 21 aufnimmt. Der Düsenkörper 20 ist mittels einer Überwurfmutter (Spannmutter) 22 an dem Injektorkörper 10 befestigt, derart, dass er mit einer rückseitigen Stirnfläche 23 an einer unteren Stirnfläche 24 des Injektorkörpers 10 dichtend zur

30 Anlage kommt.

Zur Aufnahme der ersten Düsennadel 21 besitzt der Düsenkörper 20 einen nach oben hin offenen, mehrfach abgestuften Innenraum 25, der unten einen

5 in mehrere Düsen-Austrittsbohrungen 26 bis 29 ausmündenden konischen Ventilsitz 30 bildet.

10 An ihrem oberen Ende besitzt die erste Düsennadel 21 einen Abschnitt 31 größeren Durchmessers, der in einen zylindrischen Innenraum 32 eines hülsenförmigen, nach unten offenen Übersetzerkolbens 33 eingepasst ist. Den oberen Abschluss des Übersetzerkolbens 33 bildet ein Bund 34. Eine in dem Ringraum 17 - hierbei den Übersetzerkolben 33 umschließend - angeordnete, sich einerseits an der Stirnfläche 23 des Düsenkörpers 20, 15 andererseits am Bund 34 des Übersetzerkolbens 33 abstützende Schraubendruckfeder 35 hält den Übersetzerkolben 33 mit dem Piezoaktor stirnseitig in Anlage. Durch den von der Druckfeder 35 über den Übersetzerkolben 33 auf den Piezoaktor 16 in Pfeilrichtung 36 wirkenden Druck wird der Piezoaktor 16 an seiner Oberseite 37 gegen den Injektorkörper 10 abgedichtet, und der elektrische Anschluss (nicht gezeigt) kann somit durch die abgewinkelten Bohrungen 13, 14 aus dem Injektorkörper 10 herausgeführt werden.

20 Eine - insbesondere aus Fig. 2 ersichtliche - Besonderheit besteht darin, dass die erste Düsennadel 21 eine durchgehende, konzentrische, durch einen Absatz 38 abgestufte Axialausnehmung 39 aufweist, in der eine ebenfalls durch einen Absatz 40 entsprechend abgestufte zweite Düsennadel 41 axial verschieblich eingepasst ist.

30 Im unteren Teil des Düsenkörpers 20 ist - als Bestandteil des Düsenkörper-Innenraumes 25 - ein die erste Düsennadel 21 konzentrisch umgebender zylindrischer Druckraum 42 ausgebildet, der über Bohrungen 43, 44 im Düsenkörper 20 und einen zwischen dem Düsenkörper 20 und der Spannmutter 22 ausgebildeten Ringraum 45 mit dem Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hydraulisch verbunden ist.

Der Innenraum 25 des Düsenkörpers 20 weist oben eine abgestufte
Durchmessererweiterung 46 auf, in der der Übersetzerkolben 33 so geführt
ist, dass ein in dem erweiterten Innenraumteil 46 unterhalb des
Übersetzerkolbens 33 ausgebildeter erster Steuerraum 47 über einen
Leckspalt 48 (s. insbesondere Fig. 2) mit dem Ringraum 17 des
Injektorkörpers 10 in hydraulischer Verbindung steht. Ein Abschnitt 49 des
Düsenkörper-Innenraumes 25 mit vergleichsweise kleinem Durchmesser
dient zur Führung der ersten Düsennadel 21 innerhalb des Düsenkörpers 20.
Auch diese Führungspassung 49 ist so konzipiert, dass sich ein Leckspalt
ergibt. Der erste Steuerraum 47 ist somit über den zweiten Leckspalt 49 mit
dem zylindrischen Raum 42 hydraulisch verbunden, der seinerseits - über die
Ausnehmungen 43 bis 45 - vom Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 her
hochdruckbeaufschlagt ist. Der sich oberhalb der Düsennadel 21
erstreckende Innenraum 32 des Übersetzerkolbens 33 ist ebenfalls mit dem
hochdruckbeaufschlagten Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hydraulisch
verbunden, und zwar über eine seitliche Bohrung 50 im Übersetzerkolben 33.
Der obere (verdickte) Abschnitt 31 der ersten Düsennadel 21 ist so im
Übersetzerkolben 33 geführt, dass sich ein (weiterer) Leckspalt 51 (s. Fig. 2)
ergibt. Auch über diesen (dritten) Leckspalt 51 ist somit eine hydraulische
Verbindung zwischen dem ersten Steuerraum 47 und dem
hochdruckbeaufschlagten Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hergestellt.

Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass innerhalb der
Axialausnehmung 39 - zwischen deren Absatz 38 und dem Absatz 40 der
zweiten Düsennadel 41 - ein (zweiter) innerer Steuerraum 52 ausgebildet ist,
der mit dem ersten (äußeren) Steuerraum 47 in hydraulischer Verbindung
steht. Der zweite (innere) Steuerraum 52 besitzt ein kleineres Volumen als
der erste (äußere) Steuerraum 47. Die hydraulische Verbindung der beiden
Steuerräume erfolgt durch eine die erste Düsennadel 21 im Bereich ihres
Absatzes 38 schräg durchsetzende Bohrung 53.

Wie des Weiteren insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht, ist in dem Innenraum 32 des Übersetzerkolbens 33 eine (zweite) Schraubendruckfeder 54 angeordnet, die auf die erste Düsennadel 21 eine in Schließrichtung (Pfeil 55) gerichtete Kraft ausübt. Durch die (zweite) Druckfeder 54 wird die erste Düsennadel 21 während der Pausen zwischen den Einspritzvorgängen und bei Stillstand des Fahrzeugs geschlossen gehalten. In Fig. 1 und 2 ist die Öffnungsstellung der beiden Düsennadeln 21 und 41 gezeigt. In dieser Stellung findet ein Einspritzvorgang statt, an dem sämtliche Austrittsöffnungen - beim dargestellten Beispiel also die Bohrungen 26 bis 29 - beteiligt sind. Hierbei gelangt aus dem zylindrischen Druckraum 42 Kraftstoff durch die Austrittsbohrungen 26 bis 29 in den (nicht dargestellten) Zylinderbrennraum der Brennkraftmaschine.

Der am unteren Ende des Übersetzerkolbens 33 ausgebildete erste Steuerraum 47 dient zum hydraulischen Längenausgleich und als hydraulischer Übersetzer für die Dehnungsbewegung des Piezoaktors 16 bezüglich der ersten Düsennadel 21.

Fig. 1 und 2 (insbesondere Fig. 2) machen weiterhin deutlich, dass das piezoaktorseitige (obere) Ende der zweiten Düsennadel 41 von im Inneren des Übersetzerkolbens 33 angeordneten dritten Federmitteln 56 in Richtung Schließstellung (Pfeil 55) beaufschlagt ist. Es handelt sich bei den dritten Federmitteln 56 um eine Schraubendruckfeder, die konzentrisch zu den zweiten Federmitteln (Schraubendruckfeder 54) angeordnet und von diesen umschlossen ist und sich einerseits an der zweiten Düsennadel 41, andererseits am piezoaktorseitigen (oberen) Ende des Übersetzerkolben-Innenraumes 32 abstützt. Hierzu ist am piezoaktorseitigen (oberen) Ende der zweiten Düsennadel 41 ein Absatz 57 ausgebildet, an den sich ein Zapfenteil 58 mit geringerem Durchmesser anschließt, auf dem die Schraubendruckfeder 56 angeordnet ist.

5

10

Wie des Weiteren insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht, weist die von der zweiten Düsennadel 41 durchsetzte Axialausnehmung 39 der ersten Düsennadel 21 in ihrem düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich eine Durchmessererweiterung auf. Hierdurch entsteht ein den düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich der zweiten Düsennadel 41 umgebender ringzylindrischer Hohlraum 59. In die erste Düsennadel 21 ist eine Radialbohrung 60 eingearbeitet, die den zylindrischen Druckraum 42 mit dem ringzylindrischen Hohlraum 59 hydraulisch verbindet.

15

20

Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass der die Düsen-Austrittsöffnungen 26 bis 29 enthaltende (untere) Endbereich 61 des Düsenkörpers 20 und die - jeweils als Schließkörper fungierenden - Endabschnitte 62, 63 der beiden Düsennadeln 21 bzw. 41 konisch ausgebildet sind, so dass sich die Endabschnitte 62, 63 der Düsennadeln 21 bzw. 41 in gemeinsamer Schließ- bzw. Öffnungsstellung (Fig. 1 und 2) zu einer einheitlichen Konusfläche ergänzen. Die Düsen-Austrittsöffnungen 26 bis 29 und die konischen Endabschnitte 62, 63 der beiden Düsennadeln 21 bzw. 41 sind in ihren Abmessungen bzw. ihrer Lage so aufeinander abgestimmt, dass die beiden radial innen liegenden Düsen-Austrittsöffnungen 26, 27 vom konischen Endabschnitt 63 der zweiten Düsennadel 41 betätigt werden und die beiden radial äußeren Düsen-Austrittsöffnungen 28, 29 mit dem konischen Endabschnitt 62 der ersten Düsennadel 21 zusammenwirken.

30

Der im Vorstehenden beschriebene Injektor arbeitet wie folgt:
Der Piezoaktor 16 ist in Spritzpausen unbestromt. Wird nun der Piezoaktor 16 elektrisch angesteuert, so dehnt er sich aus und bewegt den Übersetzerkolben 33 gegen die Kraft der Federn 35, 54 und 56 (in Pfeilrichtung 55) nach unten. Das Volumen der Steuerräume 47 und 52 verkleinert sich, und der Druck in den Steuerräumen 47, 52 steigt. Dadurch

5 wird auf die beiden Düsennadeln 21 und 41 eine Kraft in Öffnungsrichtung (Pfeil 36) ausgeübt. Sobald die öffnende Kraft die schließenden Druck- und Federkräfte übersteigt, bewegt sich diejenige Düsennadel in Öffnungsrichtung (Pfeil 36), die einer geringeren Öffnungskraft bedarf. Dies ist bei dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel die zweite (innere) Düsennadel 41. Denn bei dieser ist die dem Brennraum der
10 Brennkraftmaschine zugewandte Druckfläche kleiner als die der ersten (äußeren) Düsennadel 21. Sobald die zweite (innere) Düsennadel 41 öffnet, sinkt der Druck in den Steuerräumen 47, 52 nicht weiter ab. Nach kurzem Hub (ca. 0,1 mm, je nach hydraulischem Durchfluß) schlägt die zweite Düsennadel 41 an ihrem oberen Anschlag an, wobei das Zapfenteil 58 mit
15 der inneren (oberen) Stirnfläche des Übersetzerkolbens 33 zur Anlage kommt. Um jetzt auch die erste (äußere) Düsennadel 21 in ihre Öffnungsstellung (Fig. 1 und 2) zu bewegen, bedarf es einer (weiteren) Erhöhung der am Piezoaktor 16 anliegenden elektrischen Spannung. Der Piezoaktor 16 dehnt sich dadurch nochmals in Axialrichtung (Pfeil 55) so weit aus, dass
20 sich nunmehr auch die erste Düsennadel 21 in Öffnungsstellung (Fig. 1 und 2) bewegt und die Düsenaustrittsöffnungen 28, 29 freigibt. Infolge der durch den Übersetzerkolben 33 bewirkten Wegübersetzung vermag die erste Düsennadel 21 einen maximalen Hub auszuführen, der deutlich über dem Hub des Piezoaktors 16 liegt. (Da die erste Düsennadel 21 von innen und
25 außen mit Kraftstoff versorgt wird, kann der Hub deutlich unter 200 µm liegen.) Sobald die Düsennadeln 21, 41 den Hubbereich der Sitzdrosselung verlassen haben, sind sie druckausgeglichen. Der Piezoaktor 16 muss dann über den Übersetzerkolben 33 den Druck in den Steuerräumen 47, 52 nur noch so weit über dem Hochdruck (Raildruck) des bei 18 (Fig. 1)
30 zugeführten Kraftstoffs halten, dass die Widerstände der Federn 35, 54 und

56 überwunden werden. Die längstmögliche Ansteuerdauer wird durch die
5 Leckage aus den Steuerräumen 47, 52 bestimmt. Sinkt der Druck in den
Steuerräumen 47, 52 auf den Raildruck ab, so schließen die Düsennadeln
21, 41. Zum aktiven Schließen der Düsennadeln 21, 41 muss die am
Piezoaktor 16 anliegende elektrische Spannung auf Null reduziert werden.
Der Piezoaktor 16 zieht sich daraufhin zusammen, und der Druck in den
10 Steuerräumen 47, 52 sinkt unter den Raildruck. Dadurch erfahren die
Düsennadeln 21, 41 schließende Kräfte, bewegen sich in Pfeilrichtung 55
und schließen die Düsen-Austrittsöffnungen 26 bis 29. Die erste (äußere)
Druckfeder 35 verhindert, dass der Piezoaktor 16 sich vom Übersetzerkolben
33 trennt.

15 Bei dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind also die
Volumina der Steuerräume 47, 52 und die von den Steuerraumdrücken bzw.
von dem Druck der Kraftstoffzuführung 18, 19 bzw. vom Federmitteldruck
beaufschlagten Flächen der Düsennadeln 21, 41 so aufeinander abgestimmt,
20 dass sich die beiden Düsennadeln 21, 41 durch Veränderung der am
Piezoaktor 16 anliegenden elektrischen Spannung nacheinander öffnen und
- durch Wegnahme der Spannung vom Piezoaktor 16 - gleichzeitig schließen
lassen.

Im Folgenden sei anhand eines einfachen Rechenbeispiels gezeigt, welche
Kräfte und welche Leistungen benötigt werden, um die beschriebenen
Funktionen auszuführen:

Bei einem Außendurchmesser der zweiten (inneren) Düsennadel 41 von
1,7 mm (Sitzdurchmesser: 1,6 mm) werden bei 1600 bar Raildruck 321 N
30 benötigt, um die zweite Düsennadel 41 in Öffnungsstellung (Fig. 1 und 2) zu
bewegen. Bei einer Hubübersetzung von 4:1 für die zweite Düsennadel 41
entspricht dies 1284 N Piezokraft, zuzüglich der Federkräfte. Sobald die

5 zweite Düsennadel 41 einige Mikrometer geöffnet ist, nimmt die notwendige
(weitere) Öffnungskraft sehr stark ab, da der Druck an der Nadelunterseite
steigt. Wenn die zweite Düsennadel 41 ihren vollen Hub erreicht hat
- 0.08 mm sind ausreichend, da die radial innenliegenden Düsen-
Austrittsöffnungen 26, 27 in diesem Beispiel den kleineren hydraulischen
Durchfluß aufweisen -, hat sich der Piezoaktor 16 um 0.02 mm verlängert
10 (unter Vernachlässigung der Leckageverluste und der Kompressibilität). Um
nun die erste (äußere) Düsennadel 21 mit einem Innendurchmesser (= innerer
Sitzdurchmesser) von 2,0 mm und einem Aussendurchmesser von 2,8 mm zu öffnen,
wird eine Kraft von 482,54 N benötigt. Bei einer Hubübersetzung von 1:3 entspricht dies
15 einer Kraft von 1450 N am Piezoaktor 16. Diese Kraft ist höher als die Öffnungskraft der zweiten
(inneren) Düsennadel 41.

(Bei entsprechend andersartiger Wahl der Hubübersetzung für die erste und
die zweite Düsennadel (21 bzw. 41) kann - bei Bedarf - auch erreicht werden,
20 dass zuerst die erste (äußere) Düsennadel (21) und erst anschließend die
zweite (innere) Düsennadel (41) öffnet.)

Um den notwendigen Öffnungshub der ersten Düsennadel (21) von 0,15 mm
zu erreichen - mehr ist nicht notwendig, da die erste Düsennadel (21) von
innen und außen mit Kraftstoff versorgt wird -, muss der Piezoaktor (16) sich
nochmals um 0,05 mm längen. Damit ergibt sich in diesem Beispiel ein
notwendiger Gesamthub des Piezoaktors (16) von ca. 0,075 mm, zuzüglich
Verlusten von Leckage und Kompressibilität. Unter der Annahme, dass
insgesamt weitere 0,025 mm Piezoaktorhub zur Kompensation der Verluste
30 benötigt werden, kann ein Piezoaktor, der die aus Fig. 3 ersichtliche und mit
64 bezeichnete Kraft-Weg-Kurve erfüllt, verwendet werden.

- 5 Bei einer Vergrößerung des Sitzwinkels und einer etwas knapperen
Auslegung der notwendigen Hübe von erster und zweiter Düsennadel (21
bzw. 41) lassen sich auch deutlich kleinere Werte für Maximalkraft und Hub
erreichen. So würde etwa bei einem Sitzwinkel von 90° (bei dem in Fig. 1
und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Sitzwinkel etwas kleiner als
10 90°) die zweite (innere) Düsennadel 41 nur noch einen Hub von $60\text{ }\mu\text{m}$ und
die erste (äußere) Düsennadel 21 nur noch einen Hub von $100\text{ }\mu\text{m}$
benötigen. Damit ergäbe sich bei gleichen Übersetzungsverhältnissen und
gleichem Zuschlag für Leckage ein deutlich kleinerer Maximalhub des
Piezoaktors 16 von nur $80\text{ }\mu\text{m}$ (s. Kurve 65 in Fig. 3).

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

PATENTANSPRÜCHE

10

1. Injektor für Kraftstoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen, insbesondere von direkteinspritzenden Dieselmotoren, mit einem in einem Injektorkörper (10) angeordneten Piezoaktor (16), der über erste Federmittel (35) einerseits mit dem Injektorkörper (10), andererseits mit einem hülsenartigen Übersetzerkolben (33) in Anlage gehalten wird, mit einem mit dem Injektorkörper (10) verbundenen, mindestens eine Düsen-Austrittsöffnung (26 - 29) aufweisenden Düsenkörper (20), in dem eine abgestufte (erste) Düsennadel (21) axial verschieblich geführt ist, mit innerhalb des Übersetzerkolbens (33) angeordneten zweiten Federmitteln (54), welche - zusammen mit dem rückseitig auf die (erste) Düsennadel (21) einwirkenden Einspritzdruck - die (erste) Düsennadel (21) in Schließstellung halten und mit einem am düsennadelseitigen Ende des Übersetzerkolbens (33) ausgebildeten (äußeren) Steuerraum (47), der über mindestens einen Leckspalt mit einer unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoffzuführung (18) in Verbindung steht, wobei die (erste) Düsennadel (21) durch den im (äußeren) Steuerraum (47) befindlichen Kraftstoff in Öffnungsrichtung (55) beaufschlagt ist, und wobei die (erste) Düsennadel (21) mit einem rückwärtigen Bereich (31), der einen größeren Durchmesser aufweist als ein düsenaustrittsseitiger Bereich der (ersten) Düsennadel (21), in den Innenraum (32) des Übersetzerkolbens (33) eingepasst ist, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Düsennadel (21) eine

5 durchgehende, konzentrische, durch einen Absatz (38) abgestufte
Axialausnehmung (39) aufweist, in der eine ebenfalls durch einen Absatz
10 (40) entsprechend abgestufte zweite Düsennadel (41) axial verschieblich
eingepasst ist, dass innerhalb der Axialausnehmung (39) - zwischen
deren Absatz (38) und dem Absatz (40) der zweiten Düsennadel (41) - ein
(zweiter) innerer Steuerraum (52) ausgebildet ist, der mit dem äußeren
(ersten) Steuerraum (47) in hydraulischer Verbindung steht, und dass die
Steuerraumvolumina und die von den Steuerraumdrücken bzw. von dem
15 Druck der Kraftstoffzuführung (18, 19) bzw. vom Federmitteldruck
beaufschlagten Flächen der Düsennadeln (21, 41) so aufeinander
abgestimmt sind, dass sich die beiden Düsennadeln (21, 41) durch
Veränderung der am Piezoaktor (16) anliegenden elektrischen Spannung
nacheinander öffnen lassen.

2. Injektor nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die flüssigkeitsdruckbeaufschlagten
Flächen der zweiten Düsennadel (41) im Verhältnis zu den
flüssigkeitsdruckbeaufschlagten Flächen der ersten Düsennadel (21) so
konzipiert sind, dass sich die zweite Düsennadel (41) bereits bei einem
vglw. niedrigen Steuerraumdruck (vglw. niedrige Piezoaktorspannung),
25 die erste Düsennadel (21) dagegen erst bei vglw. hohem
Steuerraumdruck (vglw. hohe Piezoaktorspannung) öffnen lässt.

3. Injektor nach Anspruch 1 oder 2,
30 dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Steuerräume (47, 52) durch
eine die erste Düsennadel (21) durchsetzende Bohrung (53) hydraulisch
miteinander verbunden sind.

- 5 4. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, wobei
der Innenraum (32) des Übersetzerkolbens (33) mit der
Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das piezoaktorseitige (obere) Ende der
zweiten Düsennadel (41) von im Inneren des Übersetzerkolbens (33)
angeordneten dritten Federmitteln (56) in Richtung Schließstellung (Pfeil
10 55) beaufschlagt ist.
- 15 5. Injektor nach Anspruch 4, wobei als die erste Düsennadel (21) in
Schließrichtung (Pfeil 55) beaufschlagende Federmittel eine
Schraubendruckfeder (54) dient, die coaxial zur ersten Düsennadel (21)
angeordnet ist und sich einerseits an deren rückseitiger Stirnfläche,
andererseits am piezoaktorseitigen (oberen) Ende des Übersetzerkolben-
Innenraumes (32) abstützt,
dadurch gekennzeichnet, dass auch die dritten Federmittel eine
20 Schraubendruckfeder (56) sind, welche konzentrisch zu den zweiten
Federmitteln (Schraubendruckfeder 54) angeordnet und von diesen
umschlossen ist und sich einerseits an der zweiten Düsennadel (41)
andererseits am piezoaktorseitigen (oberen) Ende des Übersetzerkolben-
Innenraumes (32) abstützt.
- 25 6. Injektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass am piezoaktorseitigen (oberen) Ende der
zweiten Düsennadel (41) ein Absatz (57) ausgebildet ist, an den sich ein
Zapfenteil (58) mit geringerem Durchmesser anschließt, und dass die als
30 dritte Federmittel fungierende Schraubendruckfeder (56) auf dem
Zapfenteil (58) angeordnet ist.

- 5 7. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, wobei
im düsenaustrittsseitigen Bereich des Düsenkörpers (20) ein die erste
Düsennadel (21) konzentrisch umgebender zylindrischer Druckraum (42)
ausgebildet ist, der mit der unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden
Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die von der zweiten Düsennadel (41)
durchsetzte Axialausnehmung (39) der ersten Düsennadel (21) in ihrem
düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich eine Durchmessererweiterung
aufweist, derart, dass ein den düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich der
zweiten Düsennadel (41) umgebender ringzylindrischer Hohlraum (59)
15 entsteht, und dass in die erste Düsennadel (21) mindestens eine
Radialbohrung (60) eingearbeitet ist, die den zylindrischen Druckraum
(42) mit dem ringzylindrischen Hohlraum (59) hydraulisch verbindet.
- 20 8. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenaustritt (61) des Düsenkörpers
(20) eine oder mehrere radial außen liegende, von der ersten (äußeren)
Düsennadel (21) betätigte Düsen-Austrittsöffnungen (28, 29) und eine
oder mehrere radial innen liegende Düsen-Austrittsöffnungen (26, 27)
aufweist, die von der zweiten (inneren) Düsennadel (41) betätigbar sind.
- 30 9. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der die Düsen-Austrittsöffnungen (26 - 29)
enthaltende (untere) Endbereich (61) des Düsenkörpers (20) und die
- jeweils als Schließkörper fungierenden - Endabschnitte (62, 63) der
beiden Düsennadeln (21 bzw. 41) konisch ausgebildet sind, wobei sich
die Endabschnitte (62, 63) der Düsennadeln (21 bzw. 41) in gemeinsamer
Schließ- bzw. Öffnungsstellung zu einer einheitlichen Konusfläche
ergänzen.

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

5

INJEKTOR FÜR KRAFTSTOFF-EINSPRITZSYSTEME VON
BRENNKRAFTMASCHINEN, INSBESONDERE VON DIREKT
EINSPRITZENDEN DIESELMOTOREN

10

ZUSAMMENFASSUNG

15

20

5

30

Ein Injektor für Kraftstoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen, insbesondere von direkteinspritzenden Dieselmotoren, besitzt einen in einem Injektorkörper (10) angeordneten Piezoaktor (16) der über erste Federmittel (35) einerseits mit dem Injektor (10), andererseits mit einem hülsenartigen Übersetzerkolben (33) in Anlage gehalten wird. Ferner sind ein mit dem Injektorkörper (10) verbundener, mindestens eine Düsenaustrittsöffnung (26, 27) aufweisender Düsenkörper (20), in dem eine abgestufte (erste) Düsennadel (21) axial verschieblich geführt ist, und innerhalb des Übersetzerkolbens (33) angeordnete (zweite) Federmittel (54) vorgesehen, welche - zusammen mit den rückseitig auf die (erste) Düsennadel (21) einwirkenden Einspritzdruck - die (erste) Düsennadel (21) in Schließstellung halten. Weiterhin weist der Injektor einen am düsennadelseitigen Ende des Übersetzerkolbens (33) ausgebildeten (äußeren) Steuerraum (47) auf, der über mindestens einen Leckspalt mit einer unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoffzuführung (18) in Verbindung steht, wobei die (erste) Düsennadel (21) durch den im Steuerraum (47) befindlichen Kraftstoff in Öffnungsrichtung (55) beaufschlagt ist. Hierbei ist die (erste) Düsennadel (21) mit einem rückwärtigen Bereich (31), der einen größeren Durchmesser aufweist als ein düsenaustrittsseitiger Bereich der (ersten) Düsennadel (21), in den Innenraum (32) des Übersetzerkolbens (33) eingepasst.

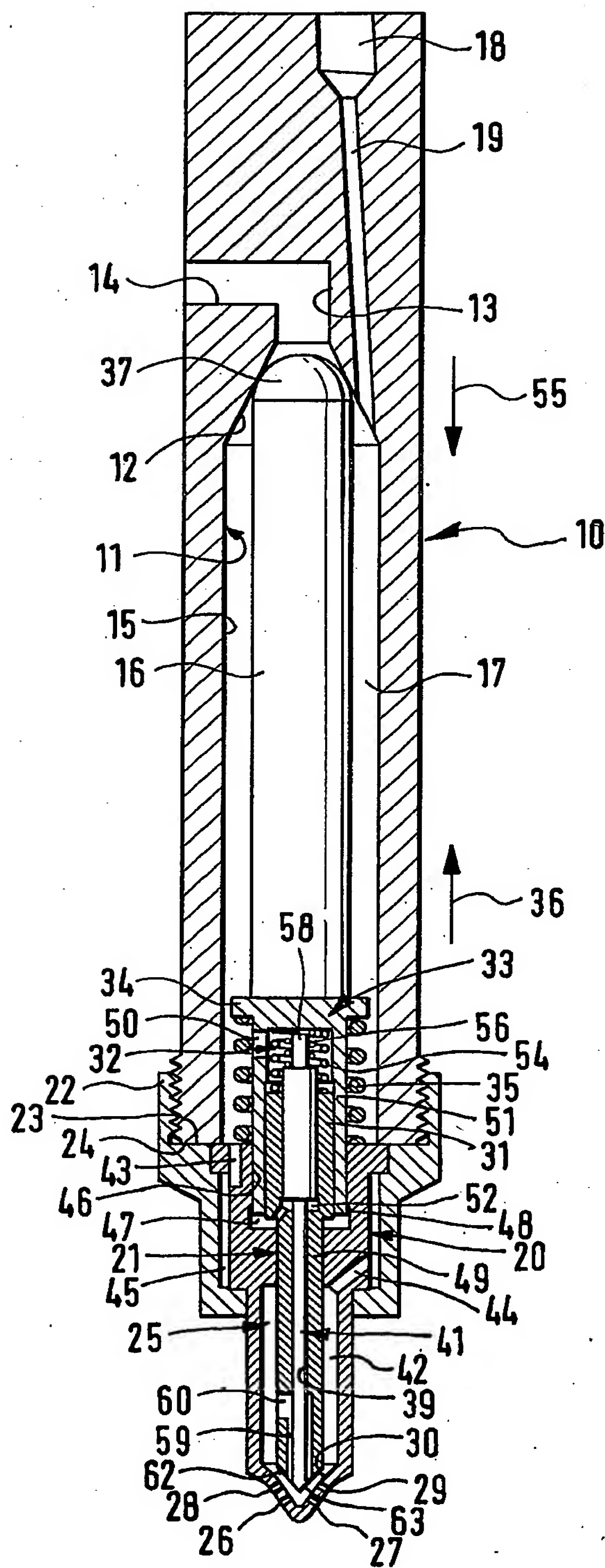
Eine wesentliche Besonderheit besteht darin, dass die erste Düsennadel (21) eine durchgehende, konzentrische, durch einen Absatz (38) abgestufte

5 Axialausnehmung (39) aufweist, in der eine ebenfalls durch einen Absatz
(40) entsprechend abgestufte zweite Düsennadel (41) axial verschieblich
eingepasst ist, dass innerhalb der Axialausnehmung (39) - zwischen deren
Absatz (38) und dem Absatz (40) der zweiten Düsennadel (41) - ein (zweiter)
innerer Steuerraum (52) ausgebildet ist, der mit dem äußeren (ersten)
10 Steuerraum (47) in hydraulischer Verbindung steht, und dass die
Steuerraumvolumina und die von den Steuerraumdrücken bzw. von dem
Druck der Kraftstoffzuführung (18, 19) bzw. vom Federmitteldruck
beaufschlagten Flächen der Düsennadeln (21, 41) so aufeinander
abgestimmt sind, dass sich die beiden Düsennadeln (21, 41) durch
Veränderung der am Piezoaktor (16) anliegenden elektrischen Spannung
nacheinander öffnen lassen.

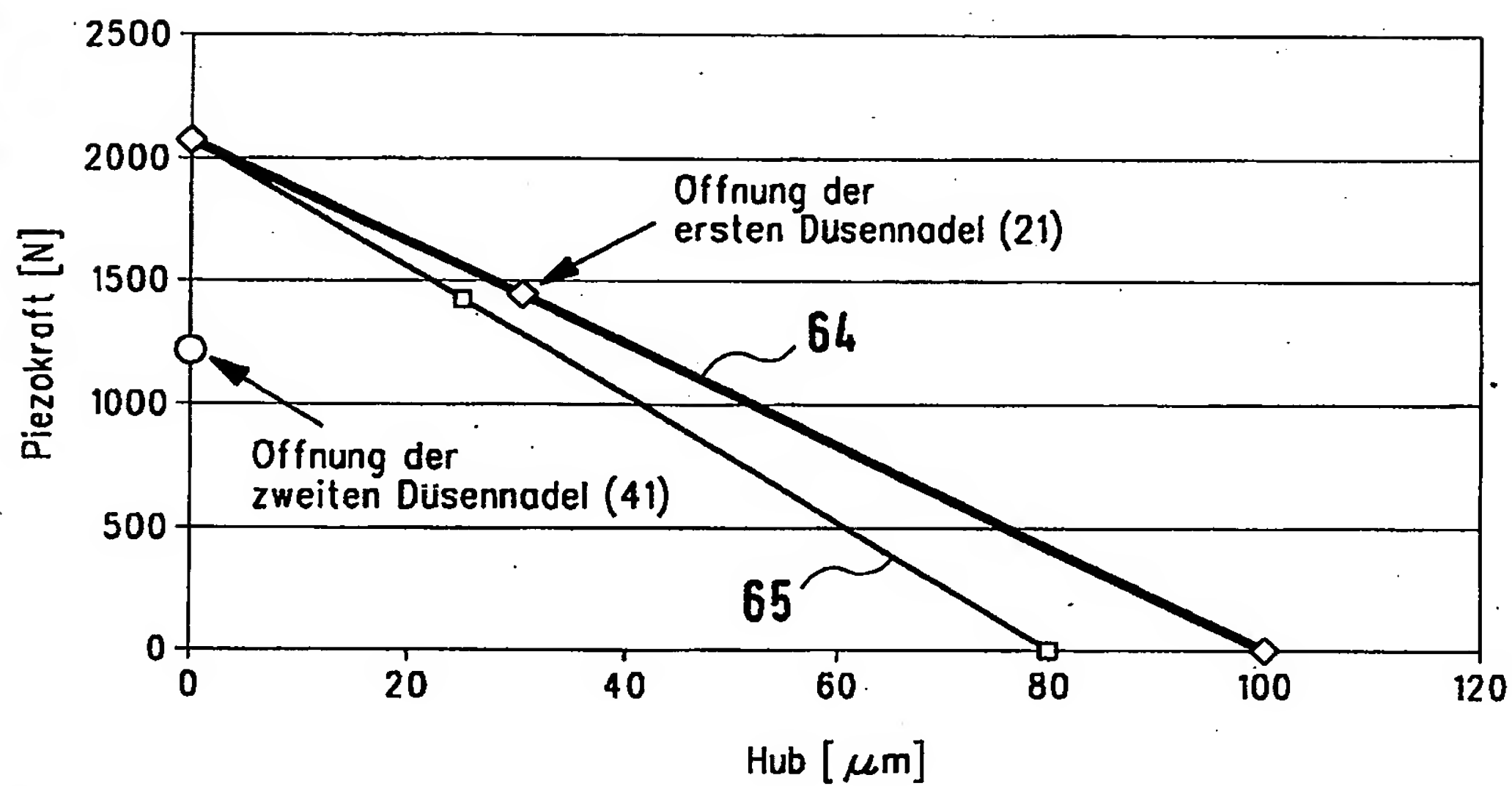
(Fig. 1)

1 / 3

Fig. 1



3 / 3

*Fig. 3*